

LA DENDROMETRIE EST LA TECHNIQUE DE LA MESURE DES ARBRES. LA PRÉSENTE FICHE DÉTAILLE LES MÉTHODES STANDARDISÉES DE MESURE DES ARBRES. SI LES OPÉRATEURS, DIFFÉRENTS OU SUCCESSIFS, ADOPTENT CES STANDARDS, ALORS LEURS MESURES SERONT SIMILAIRES ET POURRONT ÊTRE COMPARÉES ENTRE ELLES OU RASSEMBLÉES.

Les encadrés précisent, pour chaque mesure, la méthode adoptée dans le cadre de l'évaluation de la Valeur Intégrale Estimée de l'Arbre (barème VIE).

■ Circonférence du tronc

En pépinière :

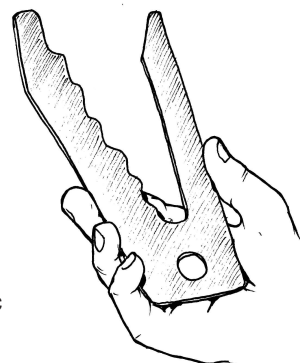
La circonférence du tronc est mesurée à 1m du sol.

Le résultat appelé « force » est donné :

- par intervalles de 2 cm de la force 6/10 à la force 18/20
- par intervalles de 5 cm de la force 20/25 à la force 45/50
- par intervalles de 10 cm à partir de la force 50/60

Outils de mesure :

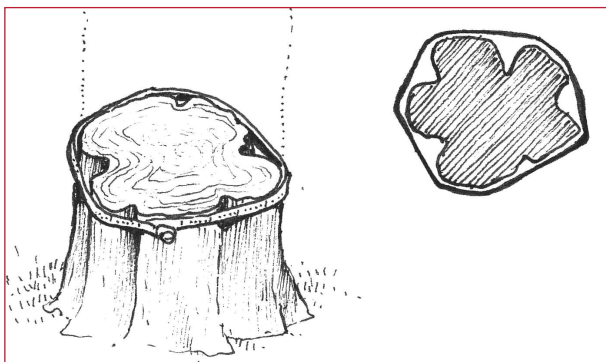
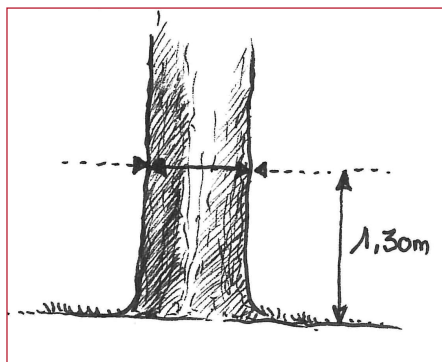
La force des arbres est mesurée soit avec un mètre ruban, soit avec un calibre de tronc.



En dehors de la pépinière (forêt, ville, campagne, ...), la circonférence du tronc est mesurée à 1,30 m du sol à « hauteur d'homme ».

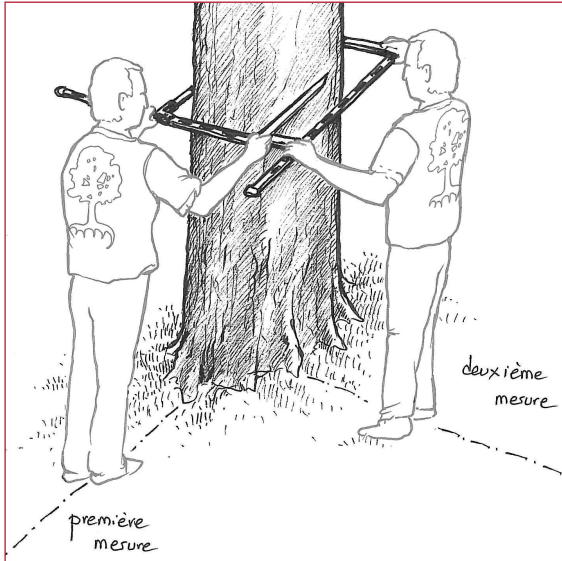
Outils de mesure :

- le mètre ruban chevillière : outil de mesure le plus précis. Peu encombrant. Il doit être installé dans un plan perpendiculaire à l'axe du tronc et bien tendu, sans vriller.

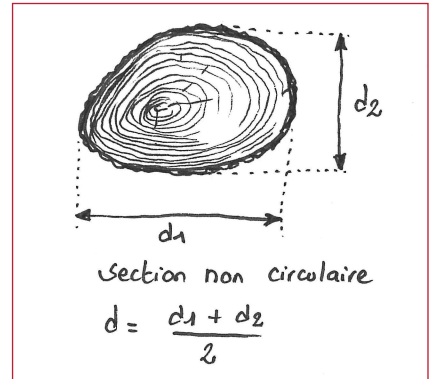


- le compas forestier : outil moins précis et plus encombrant. Il permet de faire des mesures plus rapidement lorsque l'on a à mesurer un nombre important d'arbres (usage forestier). Il ne permet pas de mesurer les très gros arbres. Il existe des compas forestiers électroniques qui enregistrent directement les données. Le compas doit être placé bien perpendiculairement à l'axe du tronc. Avec un compas forestier, pour que la mesure soit précise, il est nécessaire de prendre deux mesures « en croix » puis d'en faire la moyenne.

MESURER LES ARBRES



Il existe d'autres outils de mesures moins couramment utilisés (compas parabolique finlandais, pentaprisme de Wheeler, relascope de Bitterlich).

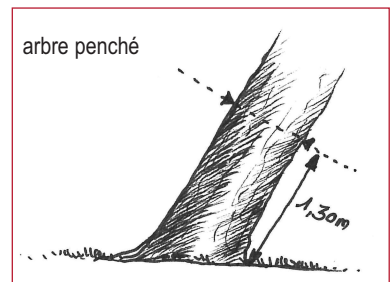
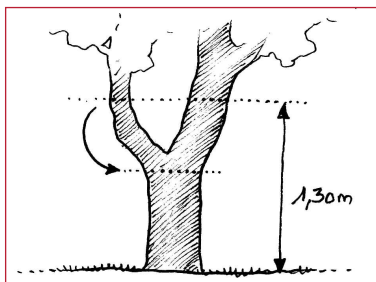
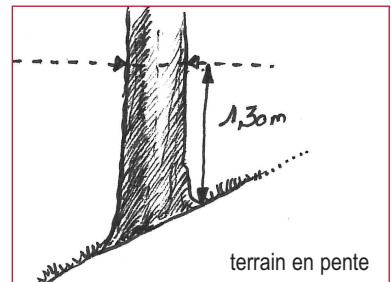
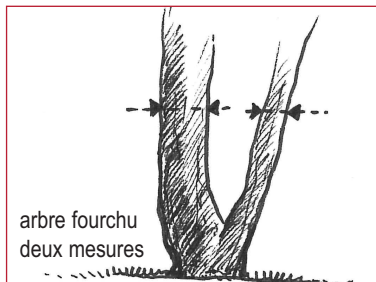


Barème VIE : la circonférence du tronc est exprimée en centimètre, arrondi au centimètre le plus proche.

Cas particuliers :

Arbre avec déformation, sol en pente ou arbre penché

• Lorsque le tronc se sépare en plusieurs brins, à une hauteur inférieure à 1,30 m (cas des cepées ou des fourches), on mesure non pas une circonférence, mais plusieurs : celles de chacun des brins. La mesure est exprimée en une suite de nombres.



MESURER LES ARBRES

■ Diamètre du tronc

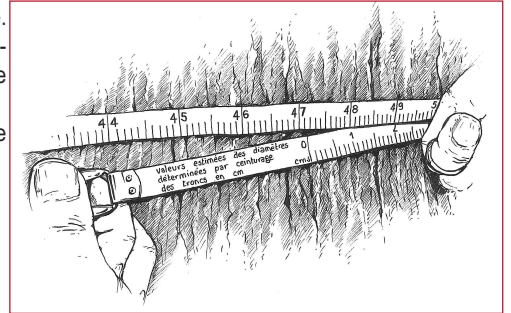
La grosseur du tronc peut être exprimée en diamètre. Soit en mesurant directement le diamètre, soit l'obtenir par calcul à partir de la circonférence (la réciproque est également vraie).

Diamètre et circonférence sont liés par la formule mathématique suivante :

$$D = C / \pi \quad \text{ou} \quad C = \pi \times D \quad \text{ou}$$

$$C = \pi \times 2 \times R$$

avec C : circonférence ; D : diamètre ; R : rayon

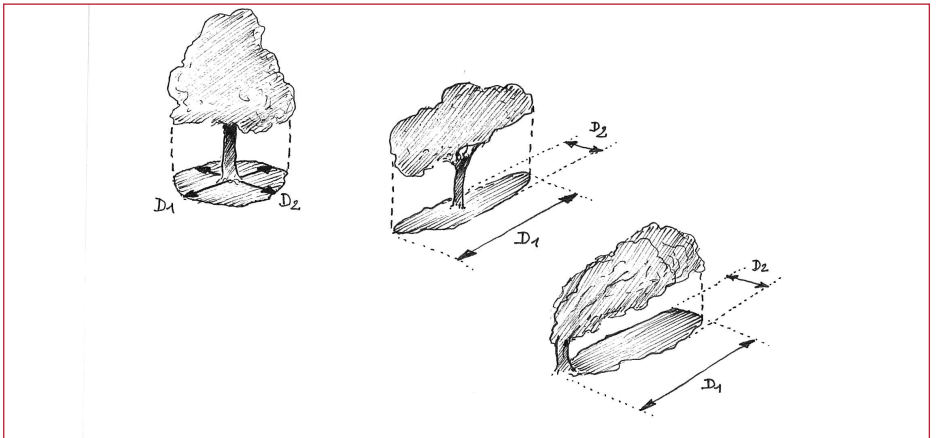


Il existe des mètres rubans forestiers doublement gradués qui permettent de faire directement la mesure en circonférence ou en diamètre.

Certains compas forestiers sont gradués en classes de diamètres (généralement avec un pas de 5 cm). D'autres indiquent la circonférence.

■ Diamètre du houppier (ou couronne)

Il est mesuré soit au pas, soit de façon plus précise au décimètre ou au télémètre laser, selon deux diamètres perpendiculaires dont on calcule ensuite la moyenne.



Barème VIE : le diamètre moyen du houppier est exprimé en mètres, arrondi au demi-mètre près.

Le diamètre de la couronne peut également être estimé à partir de photos aériennes avec cependant la difficulté de différencier les houppiers d'arbres proches les uns des autres.

MESURER LES ARBRES

■ Hauteur totale de l'arbre

En pépinière :

Les jeunes baliveaux, les cépées et les conifères sont classés selon des classes de hauteur.

En dehors de la pépinière (forêt, ville, campagne...), la hauteur de l'arbre est mesurée avec un dendromètre.

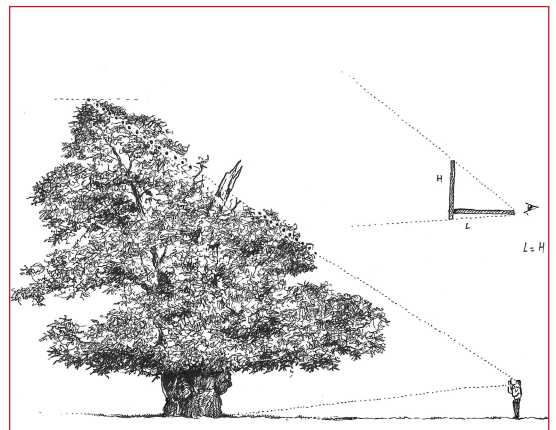
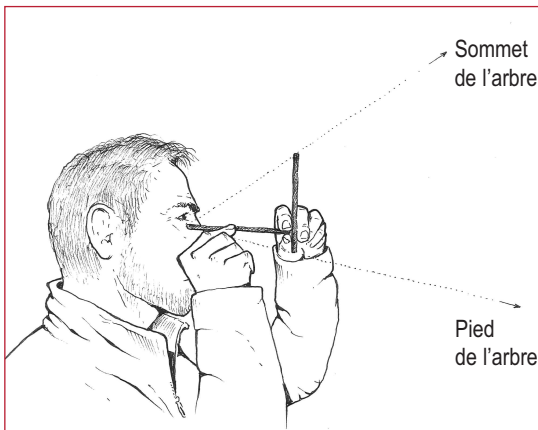
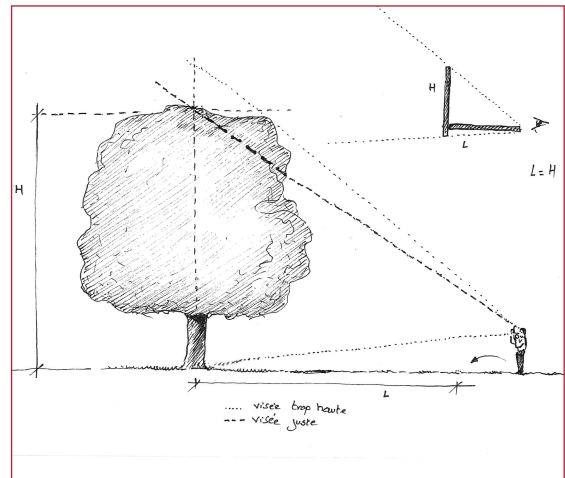
Type de plans	Classe de mesure
Résineux et feuillus branchus de pied	Jusqu'à 2 m, classes de 25 cm : 125/150 ; 150/175 ; 175/200 De 2 m à 5 m, classes de 50 cm : 200/250 ; 250/300 ... 450/500. Au-delà de 5 m, classes de 100 cm : 500/600 ; 600/700
Baliveaux	Tant que la circonférence du tronc à 1 m est inférieure à 6 cm, nous classons selon la hauteur avec le système indiqué ci-dessus.

Barème VIE : La hauteur totale de l'arbre est exprimée en mètre, au demi-mètre près. Pour un arbre en forme architecturée (rideau, tête de chat, têtard...), c'est la hauteur au niveau des coupes qui est mesurée.

Outils de mesure :

La croix du bûcheron est un modèle de dendromètre rudimentaire, simple mais efficace. Il faut disposer de deux baguettes droites, d'égale longueur, d'environ 20 cm (rameaux, règles, crayons...). La première baguette est tenue à l'horizontale, appuyée sur la base du front, entre les deux yeux, la seconde baguette est posée à l'extrémité de la première, verticalement, formant avec la première un angle droit. On s'éloigne ou on s'approche de l'arbre jusqu'à ce que l'extrémité haute de la baguette verticale corresponde à la cime de l'arbre et l'extrémité basse de la baguette corresponde à la base du tronc. La distance mesurée avec un décimètre entre soi et la base du tronc est alors égale à la hauteur de l'arbre.

Cette méthode n'est pas utilisable sur des terrains trop pentus, quand le collet de l'arbre se trouve au-dessus de la hauteur de l'œil de l'opérateur. De même, cette méthode n'est pas utilisable pour les arbres trop inclinés.





MESURER LES ARBRES

Dendromètres :

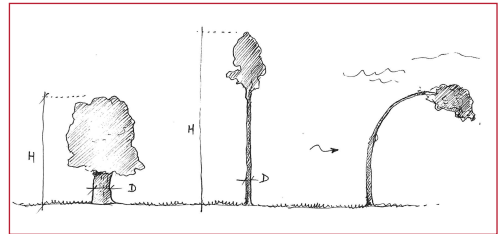
Il existe de nombreux dendromètres sur le marché. Certains ont un fonctionnement mécanique (clinomètre Suunto, Blum Leiss), d'autres sont électroniques (laser). Ces derniers permettent de prendre les mesures plus rapidement mais ont l'inconvénient d'utiliser une alimentation électrique (pile ou batterie).

Dans tous les cas, la qualité de la visée conditionne la qualité de la mesure. Certains arbres présentent une couronne très volumineuse et arrondie, ou bien sont cachés par d'autres arbres, et dans ces cas, en localiser avec certitude la cime est difficile. Plus la mesure sera effectuée à une grande distance du pied de l'arbre, plus grande sera sa précision.



■ Facteur d'élanement ou de stabilité - Rapport Hauteur/Diamètre

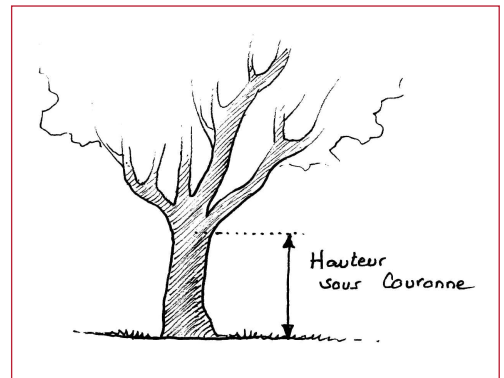
Le rapport entre la hauteur totale de l'arbre et son diamètre mesuré à 1,30 m (exprimés tous deux en mètre) permet d'évaluer sa stabilité. Dans les peuplements forestiers peu éclaircis, les arbres grandissent mais ne grossissent pas suffisamment. Ils sont alors fins et longilignes et présentent donc un facteur d'élanement H/D élevé. En conséquence, ils sont fragiles, notamment vis-à-vis des coups de vent (risque de rupture ou de flexion).



Le risque de chablis est faible pour un peuplement dont les arbres ont un rapport H/D inférieur à 80. Pour un rapport H/D compris entre 80 et 100, des éclaircies fortes sont déconseillées. Au-delà de 100, les risques de chablis sont élevés en cas d'intervention dans le peuplement.

■ Hauteur sous couronne

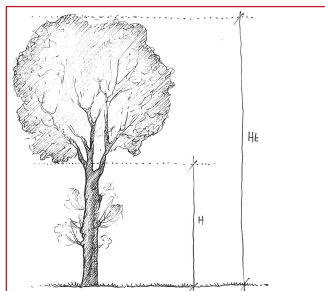
Elle est définie par la hauteur du tronc, de sa base jusqu'à la branche la plus basse (hors rejets de pied ou de tronc). Elle sert à la détermination du gabarit qu'il convient de façonner pour donner libre cours aux circulations, aux servitudes et aux vues autour et sous l'arbre. Elle correspond, pour les forestiers, à la longueur de la bille de pied (partie de la grume sous les branches charpentières). Elle sert également à calculer l'indice foliaire, c'est-à-dire la superficie de l'ensemble du feuillage.



MESURER LES ARBRES

■ Hauteur moyenne des premières feuilles (ou bourgeons)

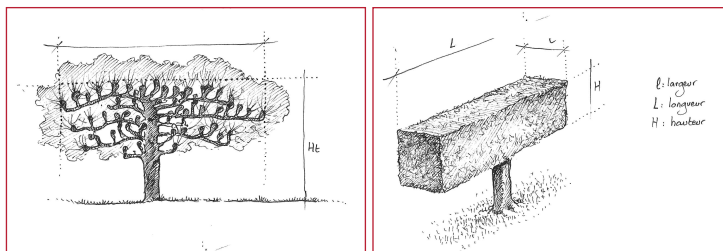
Elle est mesurée à partir du sol jusqu'à la hauteur de la feuille vivante la plus basse (ou du bourgeon le plus bas). On ne tient pas compte des rejets de pied ou de tronc.



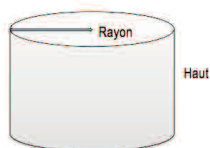
Barème VIE : La hauteur moyenne des premières feuilles vivantes (ou bourgeons) est exprimée en mètre, arrondie au demi-mètre près le plus proche.

■ Volume du houppier

Barème VIE : Le volume du houppier, pour un arbre en port libre, est calculé selon la formule de la demi-ellipse. Pour un arbre en forme architecturée (rideau, tête de chat, têtard...), nous utilisons une des formules suivantes en fonction de la forme du houppier. Le volume à considérer est le volume restant après l'opération de taille. Le volume du houppier est exprimé en mètres cubes.

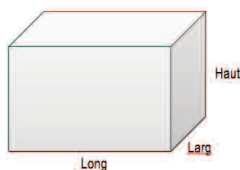


Cylindre



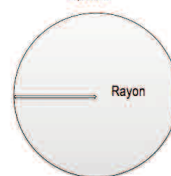
$$\text{Volume} = \pi \times \text{Rayon}^2 \times \text{Haut}$$

Parallélépipède



$$\text{Volume} = \text{Long} \times \text{Larg} \times \text{Haut}$$

Sphère



$$\text{Volume} = \frac{4}{3} \times \pi \times \text{Rayon}^3$$

■ Volume de bois sur pied

Volume du tronc

La quantification du volume de bois sur pied du tronc est utilisée par les forestiers pour préparer les ventes de bois. Elle est établie à partir de formules de calcul appelées « tarifs de cubage » qui prennent en compte la hauteur de l'arbre et le diamètre du tronc. Chaque essence forestière pour chaque région dispose de son propre tarif de cubage. Norme AFNOR B53-017

Volume de tout l'arbre (tronc, branches et racines)

Le volume de tout l'arbre permet d'estimer la quantité de carbone stockée dans son bois. Il est ainsi possible d'estimer la contribution des arbres dans la séquestration du carbone atmosphérique et évaluer leur contribution à la réduction des gaz à effet de serre. Seules quelques essences ont fait l'objet d'estimations de ce volume moyennant des formules appelées équations allométriques. Pour les autres, nous utilisons des formules généralistes, moins précises. Les recherches sur ce sujet sont relativement récentes.



MESURER LES ARBRES

■ Poids d'une branche

Le calcul du poids d'une branche permet d'adapter la résistance des cordes de démontage et des haubans.

Le calcul du poids d'une branche d'un arbre est donné par la formule de base suivante :

$$P = S \times D \times C \text{ (en unités standard internationales)}$$

S : Surface de la section de la branche à sa base

D : densité du bois vert de l'essence (selon les tables de Stuttgart)

C : coefficient de forme C ; varie de 0,6 à 1 ; C = 0,6 pour l'axe seul ; C = 1 pour un houppier très développé.

■ Age

L'âge d'un arbre est difficile à estimer avec précision. Cependant le public est généralement avide de cette information.

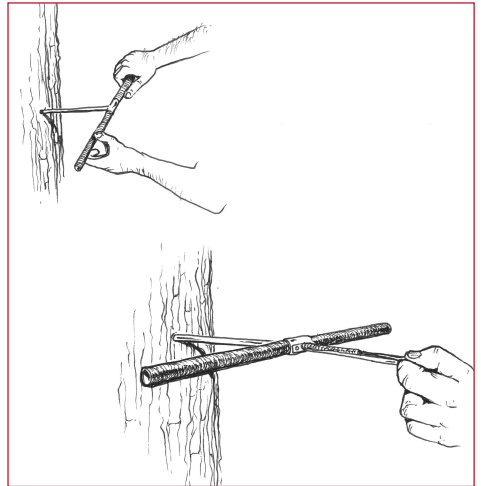
L'âge d'un arbre peut être déduit :

d'une étude documentaire :

- les archives datées : factures, devis, plans, photos aériennes, cartes postales ou photos... Il s'agit du moyen le plus sûr mais ces documents sont rares.
- les recoupements de témoignages (attention, les témoignages, non vérifiables par essence, ont souvent tendance à vieillir les arbres).

de l'étude de terrain :

- extraction d'une carotte de bois avec une tarière de Pressler au niveau du collet de l'arbre. A partir de cet échantillon de bois, nous comptons les cernes de croissance annuels. L'outil doit être désinfecté avant l'opération puis le trou rebouché.



Cette méthode a ses limites et ses inconvénients : altération du tronc, orientation aléatoire de la tarière ne permettant généralement pas d'atteindre les premiers cernes du centre du tronc, impossibilité de compter lorsque le tronc est creux ou que le bois est dégradé, lecture parfois difficile, voire impossible à l'œil nu, longueur trop courte de la tarière pour atteindre le centre du tronc...

On trouve auprès de distributeurs spécialisés des appareils d'observation et de mesure.



- Déduction de l'âge à partir du décompte des cernes sur les souches d'arbres coupés, de même essence et poussant dans les mêmes conditions et à proximité.
- Calcul en estimant le rayon du tronc et en appliquant un accroissement moyen propre à l'essence et aux conditions locales de croissance. L'âge de l'arbre varie beaucoup selon la fertilité du sol, la concurrence entre arbres, les conditions climatiques et les événements vécus ou subis (élagages, ruptures, défoliations, sécheresse...). La croissance d'un arbre n'est pas la même dans sa jeunesse et en fin de vie. Il peut arriver que deux arbres voisins, de même espèce et plantés au même moment, n'aient pas le même diamètre, révélant ainsi des croissances très différentes.

Il est très rare de pouvoir donner avec certitude l'âge exact d'un vieil arbre si l'on n'a pas de document attestant la date de sa plantation. Sans preuve, il est préférable de donner une approximation de l'âge avec une marge d'erreur.



MESURER LES ARBRES

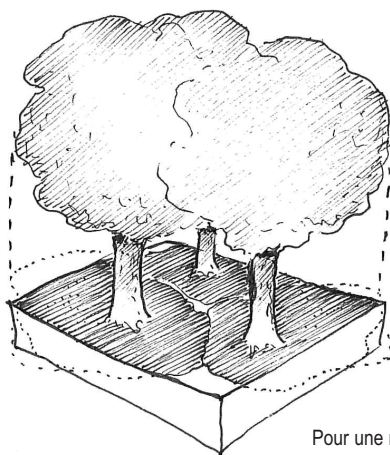
■ Hauteur dominante dans un peuplement d'arbres

Hauteur des arbres les plus hauts et les plus gros (arbres dominants).

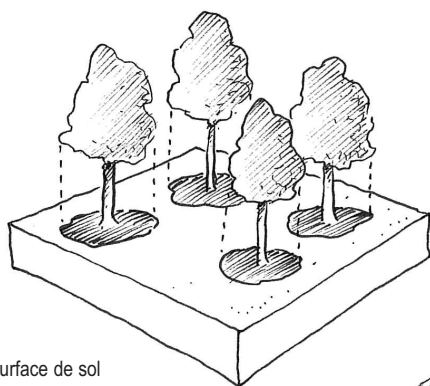
La hauteur d'un arbre est directement liée à la fertilité de l'endroit où il pousse. Plus la station est fertile, plus les arbres sont hauts.

■ Indice de canopée

A partir du diamètre de la couronne, il est possible de calculer la projection de la couronne au sol (en m²). L'indice de canopée correspond au rapport entre la superficie occupée par les couronnes des arbres et la superficie totale d'un terrain ou d'un territoire (quartier, ville, ...). Il peut varier de 0% (aucun arbre) à 100% (forêt dense). C'est un indicateur précis qui permet de comparer et de mesurer l'évolution du couvert végétal et donc l'effet des arbres sur le microclimat d'un territoire. Il est différent de la densité (nombre d'arbre à l'hectare).



Indice de canopée fort
Densité du peuplement faible



Indice de canopée faible
Densité du peuplement forte

Cet indicateur est employé pour les arbres situés en zones urbaines. L'indice de canopée est calculé à partir de vues aériennes.

■ Densité du peuplement d'arbres

La densité est donnée en nombre d'arbres par hectare. La densité varie avec l'âge du peuplement. Elle diminue au cours du temps, au fil des éclaircies dans le cas des boisements forestiers, ou avec la mortalité naturelle dans le cas des forêts non cultivées. La densité est utilisée dans les projets de plantation. Pour des arbres de grand développement, l'espacement moyen à l'état adulte est de l'ordre de 12 à 15 m, ce qui correspond à une densité de 50 à 70 arbres / ha. Pour estimer la densité, on comptabilise en général, les arbres dont le diamètre du tronc est supérieur ou égal à 10 cm (diamètre de pré-comptage).

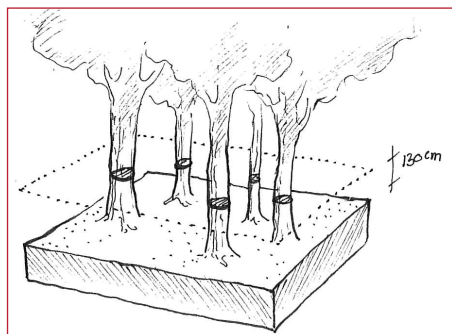
■ Surface terrière

• Surface terrière d'un arbre

Il s'agit de la surface de la section du tronc à 1,30 m du sol. Elle est obtenue par calcul à partir de la mesure du diamètre selon la formule : $g = \pi D^2 / 4$ [g : surface terrière d'un arbre ; D : diamètre] et est exprimée en m².

• Surface terrière d'un peuplement d'arbres

Elle correspond à la surface de toutes les sections transversales des troncs, à 1,30 m de hauteur, des arbres présents sur un hectare de forêt. G (surface terrière d'un peuplement) s'exprime en m²/ha.





MESURER LES ARBRES

La surface terrière permet d'évaluer la quantité de bois sur pied d'un peuplement. Elle sert à déterminer le besoin en éclaircie d'un jeune peuplement forestier en se référant aux valeurs recommandées par essence. Si le peuplement a une surface terrière supérieure à la valeur de référence, il est conseillé de l'éclaircir.

Elle sert à programmer les coupes :

- si la surface terrière est élevée, autour de 50 m²/ha, une récolte est souhaitable
- si la surface terrière est faible, autour de 10 m²/ha, il faut attendre que les troncs grossissent.

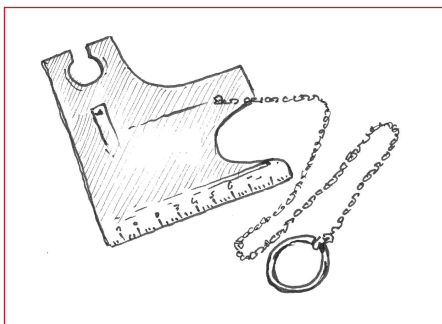
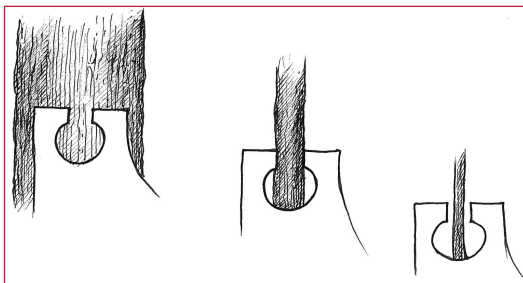
Outils de mesure :

Le relascope permet de mesurer la surface terrière d'un peuplement d'arbres.

Il est composé d'un cordon de 50 cm à l'extrémité duquel est fixée une plaquette rigide munie d'une encoche de 1 cm de large. L'opérateur se place dans la parcelle, l'extrémité du cordon est maintenue contre la joue, juste sous l'œil, la chaînette est tendue.

L'opérateur vise les troncs à 1,3 m de hauteur et fait un tour sur lui-même en comptant tous les arbres qui sont plus larges que l'encoche (1 m²) et ceux qui ont la largeur exacte de l'encoche (0,5 m²).

Les arbres qui sont moins larges que l'encoche ne sont pas pris en compte. La somme des m² et 1/2m² comptabilisée correspond à la surface terrière exprimée en m²/ha.



Auteurs :
François Freydet - Ingénieur arboriste
Augustin Bonnardot - Forestier Arboriste Conseil au CAUE 77
Illustrations : Alain et François Freydet
Mars 2020